

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-243415

(43)Date of publication of application : 19.09.1997

(51)Int.Cl.

G01D 21/02

G01K 11/12

G01L 9/00

G02B 6/00

G12B 1/00

(21)Application number : 08-053419

(71)Applicant : MITSUBISHI CABLE IND LTD

(22)Date of filing : 11.03.1996

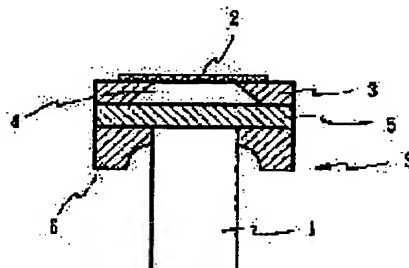
(72)Inventor : KOBASHI SANENORI  
TOYAMA OSAMU

## (54) TEMPERATURE/PRESSURE SENSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a non-electric temperature/pressure sensor in a considerably simple structure which can simultaneously monitor changes of a temperature and a pressure of a specific environment, particularly, a narrow part such as in a human body or in a device, etc.

**SOLUTION:** The sensor comprises an optical fiber 1, a shape memory alloy film 2 storing a specific shape, and a film-mounting member for mounting the shape memory alloy film 2 to a leading end part of the optical fiber 1 so that the film 2 can be deformed according to a temperature change or pressure change. The shape memory alloy film 2 storing the specific shape is deformed following a change of a pressure of an environment to be inspected in a lower temperature range than a modification temperature ( $M_s$  point). When the temperature of the environment to be inspected reaches the  $M_s$  point, the shape memory alloy film is recovered to the stored specific shape. The change of the pressure can be detected through the deformation of the film before the temperature reaches the  $M_s$  point. At the same time, a change of the temperature can be detected from the recovery of the shape to the stored shape.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-243415

(43) 公開日 平成9年(1997)9月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 D 21/02			G 0 1 D 21/02	
G 0 1 K 11/12			G 0 1 K 11/12	C
G 0 1 L 9/00			G 0 1 L 9/00	B
G 0 2 B 6/00			G 1 2 B 1/00	S
G 1 2 B 1/00			G 0 2 B 6/00	B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-53419

(22) 出願日 平成8年(1996)3月11日

(71) 出願人 000003263

三菱電線工業株式会社

兵庫県尼崎市東向島西之町8番地

(72) 発明者 小橋 実紀

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 遠山 修

兵庫県伊丹市池尻4丁目3番地 三菱電線  
工業株式会社伊丹製作所内

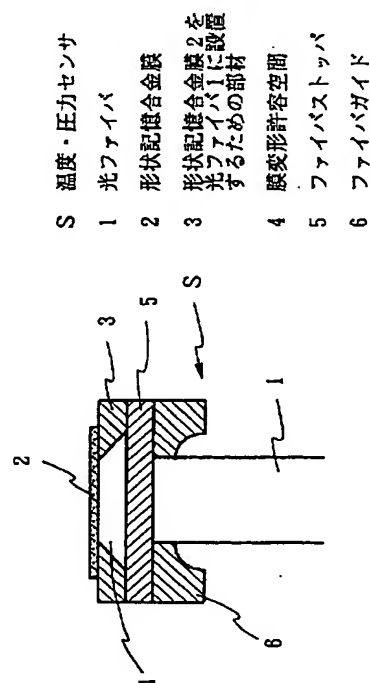
(74) 代理人 弁理士 高島 一

(54) 【発明の名称】 温度・圧力センサ

(57) 【要約】

【課題】 極めて簡単な構造であって、しかも特定の環境、とりわけ人体内や機器内などの狭隘な部位の温度と圧力との変化を同時に監視することができる非電気式の温度・圧力センサを提供すること。

【解決手段】 光ファイバ、特定の形状を記憶した形状記憶合金膜、および該形状記憶合金膜が温度または圧力の変化により変形できるように該形状記憶合金膜を該光ファイバの先端部に取り付けるための膜取付部材とからなる構成を有する。該形状記憶合金膜は特定形状の記憶を有しており、その変態温度(Ms点)より低い温度領域において被検査環境の圧力の変化に追従して変形し、しかも被検査環境の温度がMs点に達すると、記憶せる特定の形状に回復する。この結果、Ms点に達する迄の間の該膜の変形にて圧力変化を検知でき、また記憶形状への形状復帰によって温度変化をも検知できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ファイバ、特定の形状を記憶した形状記憶合金膜、および該形状記憶合金膜が温度または圧力の変化により変形できるように該形状記憶合金膜を該光ファイバの先端部に取り付けるための膜取付部材とからなることを特徴とする温度・圧力センサ。

【請求項 2】 該光ファイバの先端部と該形状記憶合金膜との間に該形状記憶合金膜の凹み変形を許容する膜変形許容空間を有する請求項 1 記載の温度・圧力センサ。

【請求項 3】 該形状記憶合金膜の記憶する該特定の形状は、被検査環境の圧力変化では生じることのない特殊形状である請求項 1 または 2 記載の温度・圧力センサ。

【請求項 4】 形状記憶合金が、TiNi 合金である請求項 1～3 記載の温度・圧力センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、温度・圧力センサに関し、特に光ファイバを用いた構造が簡単な温度・圧力センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近時、特定の環境、とりわけ人体内や機器内などの極めて狭隘な部位の温度と圧力との変化を同時に監視する要求が高まっている。従来、この目的のために半導体や熱電対などの電気的手段を利用した小型の圧力センサが知られているが、かかる電気的手段は人体内への適用に不向きであるのみならず、温度と圧力とを一緒に検知できる小型のセンサは知られていない。一方、小型でしかも温度と圧力とを一緒に検知できるセンサとして光ファイバ式のものが提案されているが、従来の光ファイバ式のものは温度と圧力とを互いに別の素子を用いるので、簡素化に構造的限界がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、極めて簡単な構造であって、しかも特定の環境、とりわけ人体内や機器内などの狭隘な部位の温度と圧力との変化を同時に監視することができる非電気式の温度・圧力センサを提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の温度・圧力センサは、光ファイバ、特定の形状を記憶した形状記憶合金膜、および該形状記憶合金膜が温度または圧力の変化により変形できるように該形状記憶合金膜を該光ファイバの先端部に取り付けるための膜取付部材とからなることを特徴とする。

## 【0005】

【作用】本発明で使用する形状記憶合金膜は、予め特定の形状を記憶せしめられており且つ被検査環境の圧力の変化に追隨して変形する機能を有している。しかして、該膜は、それを構成する形状記憶合金に特有の変態温度(Ms 点)より低い温度領域においては圧力の変化に追

随して変形し、一方、被検査環境の温度がMs 点に達すると、それまでの圧力変化に追隨する変形を振り切って、予め記憶せる特定の形状乃至それに近い形状に比較的急峻に復帰する。以上の結果、Ms 点に達する迄の間の該膜の変形にて圧力変化を検知でき、また記憶形状への形状復帰によって温度変化をも検知できる。これら2種の状況変化をただ1個の素子、即ち形状記憶合金膜にて検知可能となる。なお本発明においては、上記の説明から明らかなように、圧力変化は経時的に把握できるのに対して、温度変化はMs 点への到達の有無しか把握できない。しかし實際上、温度変化に関しては上記の如きリミッタ的な機能にて充分である場合が多く、むしろ構造が簡単で低コストで生産できるセンサの需要が高いのである。

## 【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面により詳細に説明する。図1のa～cは、本発明の作動原理を一層詳細に説明する説明断面図である。、図2のa～cは、本発明の作動原理を一層詳細に説明する別の説明断面図である。図3は、本発明の1実施例の断面図である。図1～図3において、互いに同一部位は、同一数字にて示す。

【0007】図1a～cおよび図2のa～cにおいて、温度・圧力センサSは、光ファイバ1、形状記憶合金膜2、形状記憶合金膜2を光ファイバ1の先端に設置するための膜取付部材3、および光ファイバ1の先端面と形状記憶合金膜2との間に設けられた膜変形許容空間4とからなる。形状記憶合金膜2は、該空間4の存在にて図1bに示す如き変形が可能となる。図1aと図2aとは、検査開始時における形状記憶合金膜2の状態を、図1bと図2bとは、検査中の形状記憶合金膜2の状態を、また図1cと図2cとは被検査環境の温度がMs 点に至った時点での形状記憶合金膜2の状態を、それぞれ示す。また、図1a～図1cは、検査開始時における膜変形許容空間4の圧力より被検査環境のそれが高い場合を示し、図2a～図2cは逆に検査開始時における膜変形許容空間4の圧力より被検査環境のそれが低い場合を示す。

【0008】図1a～cにおいては、形状記憶合金膜2は図1cに示すように予め凹凸のない平坦形状に記憶されていて、これが図1aに示す凹状板に成形加工されて使用されている。このような加工履歴を持つ形状記憶合金膜2を有するセンサSを高圧と高温に向かう可能性のある被検査環境に設置すると、圧力の上昇と共に形状記憶合金膜2は図1bに示すように凹みの程度を増す。この間、光源(図示せず)からの供給光が光ファイバ1先端面から形状記憶合金膜2の内壁に向けて絶えず放射されており、該放射光は該内壁により反射して再び光ファイバ1に入る。検知初期における光源からの供給光の光量をA、該内壁により反射して再び光ファイバ1に入

る光量をBとすると、ファイバ1中の合計光量は $A+B$ となる。供給光の光量Aを常に一定に保った状態下において形状記憶合金膜2が何らかの変形を起こすと、その内壁による反射能が変化して上記初期の光量Bが $B'$ に変化し、この結果光ファイバ1中の合計光量は $A+B'$ に変化する。しかして、後記する方法にてこの $A+B'$ 量を追跡測定することにより被検査環境の圧力変化を知ることができる。

【0009】形状記憶合金膜2の記憶形状に復元する力は一般的に極めて強いので、被検査環境の温度が $M_s$ 点に至ると被検査環境の圧力による変化をはねのけて図1cに示す記憶形状に極く短時間で回復する。この形状回復により被検査環境の温度が $M_s$ 点に至ったことを知ることができる。場合によっては、記憶形状に充分回復しないこともあるが、前記したように、記憶形状への回復過程は一般的に急峻に進み、 $A+B'$ 量もそれに伴って急変化するので、この急変化から $M_s$ 点への到達を充分キャッチすることができる。

【0010】図2a~cにおいては、形状記憶合金膜2は図2cに示すように予め凹形状に形状記憶されていて、これが図2aに示す凹凸のない平坦板に成形加工されて使用されている。このような加工履歴を持つ形状記憶合金膜2を有するセンサSを低圧と高温度に向かう可能性のある被検査環境に設置すると、圧力の低下と共に形状記憶合金膜2は図2bに示すように脹らみの程度を増す。圧力低下の度合や $M_s$ 点への到達は、上記図1a~図1cの場合と同様に知ることができる。

【0011】なお本発明において、形状記憶合金膜2の圧力や温度による変形ならびに回復が膜取付部材3の存在によっても阻害されない場合、例えば変形と回復が図2aと図2b間のみの場合には、膜変形許容空間4は必ずしも必要でない。

【0012】光ファイバ1中における上記の合計光量 $A+B'$ は、例えば次に述べる方法にて計量することができる。即ち、光ファイバ1をその任意の長さのところでY字型の光分岐導波路に接続する。そして、Y字の二股部の一つを光源に向かう光ファイバ（光源用）に接続し、残る一つを合計光量 $A+B'$ を測定するための光ファイバ（測定用）に接続する。また光ファイバ（測定用）の末端に通常の光量測定器を接続しておく。かくすると光源からの光は、該光ファイバ（光源用）と該光分岐導波路とを経て光ファイバ1に供給される。一方、光ファイバ1中の合計光量 $A+B'$ は該光分岐導波路により2分され、その一部が光ファイバ（測定用）に、ついで該光量測定器に入る。合計光量 $A+B'$ の何%が該光量測定器に入るかは、該光分岐導波路の分配比率から知ることができ、かくして合計光量 $A+B'$ を知ることができる。なお被検査環境の温度、圧力の監視においては、上記合計光量 $A+B'$ の絶対値を知る必要は必ずしもなく、多くは相対値のみで充分である。

【0013】本発明のセンサを一層高度の信頼性が要求される場合に使用する際には、形状記憶合金膜2に記憶させておくべき形状並びに検査開始時の加工形状（即ち、初期形状）を、被検査環境の検知を要すべき温度および圧力を考慮して予め決定しておくことが好ましい。その理由は、被検査環境の圧力に基づく変形の途中で、予め記憶させておいた形状に温度変化に依らずして圧力変化のみでたち至る可能性があるからである。かかる場合、被検査環境の温度が $M_s$ 点に至ったものと誤認してしまう。例えば、図1a~cに示す場合において、予め記憶させておいた形状が今仮に図1cに示す平坦状でなく、図1aと図1bの中間の凹状であったとすると、図1bの状態に至る前に被検査環境の温度が $M_s$ 点に至ったものと誤認してしまう可能性がある。上記誤認の可能性が生じないように、図1a~cおよび図2a~cの例においては、いずれも形状記憶合金膜2の記憶形状は圧力による変形の方とは反対の方向に形状回復するように形状付与されている。

【0014】上記誤認の可能性が生じないようにする他の方法は、記憶形状を圧力変化のみによっては到達し得ない特殊形状としておくことである。例えば、波紋入り形状、特殊な凹凸形状などである。かかる特殊形状は、それに特有の光反射能を示すので予め、その形状に対応する受光量を知っておくと、正しく $M_s$ 点を検知することができる。とはいえ、実際には記憶形状が図1cに示すような単なる平坦形状であっても、正しく $M_s$ 点を検知できる場合が多い。

【0015】形状記憶合金膜2としては、被検査環境の検知を要すべき温度またはそれに近い $M_s$ 点を有するものを公知合金中から選択使用することができる。例えばTiNi合金、あるいはCuAlNi合金、CuZnNi合金などの銅系合金などである。就中、TiNi合金は、耐食性に優れ使用環境を選ばず適用範囲が広いので特に好ましい。

【0016】光源としては、赤外線、可視光、紫外線など、いずれであってもよい。なお、光ファイバ1やそれ以外の光ファイバが長尺であるために伝送損失が問題となる場合には、それら光ファイバの構成材料に応じて伝送損失が少なくなる光源を選択使用するとよい。

【0017】

【実施例】以下、実施例により、本発明を一層詳細に説明する。図3において、光ファイバ1はファイバガイド6を伴ってファイバストッパ5と固着しており、ファイバストッパ5の上に膜取付部材3が、更にその上に形状記憶合金膜2がそれぞれ固着されている。ファイバストッパ5と部材3との間には、膜変形許容空間4が設けられている。

【0018】光ファイバ1としては、例えば外径が50~1000 $\mu\text{m}$ 程度の石英ガラス系、多成分ガラス系、あるいは有機高分子系などのシングルモード光ファイバ

やマルチモード光ファイバのいずれもが適している。ファイバガイド6、部材3の各材料は特に限定はなく、種々の材料から適宜選択使用してよい。例えば金属、ガラス、セラミックス、有機高分子などが用いられ、ファイバストッパ5としては、光源からの光又は線に対して良好な透過性を有する材料、例えばガラス、セラミックス、有機高分子などが用いられる。光ファイバ1とファイバストッパ5、ファイバストッパ5と部材3、および部材3と形状記憶合金膜2、とのそれぞれの間の固着の方法も特に限定はなく、本発明品の使用目的に対して充分な固着力を保持する限り種々の方法によってよい。例えば紫外線硬化樹脂、熱硬化樹脂、熱可塑性樹脂などの接着剤による接着でよい。

【0019】形状記憶合金膜2は、厚さ0.1~100 $\mu\text{m}$ 、特に0.5~5 $\mu\text{m}$ 程度が好ましく、例えばスパッタにて成膜することができる。ファイバガイド6、ファイバストッパ5、および部材3は、いずれも外径および厚さが、それぞれ光ファイバ1の外径の1~5倍程度、および0.5~2倍程度が好ましい。

【0020】49重量%のTiと51重量%のNiとからなり、Ms点が約60℃のTi-Ni形状記憶合金をスパッタにて厚さ100 $\mu\text{m}$ のSiウエハ上に成膜して厚さ約1 $\mu\text{m}$ 、直径300 $\mu\text{m}$ の形状記憶合金膜を一定間隔をおいて多数個形成し、Siウエハごと350℃で1時間熱処理して該形状記憶合金膜をその平坦形状に形状記憶させた。ついでこのSiウエハの各形状記憶合金膜が存在する部分に異方性ウェット化学エッチングを施して図3に示す開口を有するように開口処理し、125 $\mu\text{m}$ の開口を形成した。この処理の結果、上記の該形状記憶合金の成膜に起因するSiウエハの残留応力により、該開口部の該形状記憶合金膜は、図1aに示すように少し凹みが生じた。かくして、形状記憶合金膜を有する部材3用のウエハを得た。一方、厚さ200 $\mu\text{m}$ のSiウエハについて異方性ウェット化学エッチングを施して125 $\mu\text{m}$ 径の開口処理を施してファイバガイド6用のウエハを得た。かくして得た部材3用のSiウエハ、ファイバストッパ5用の厚さ100 $\mu\text{m}$ のウエハ（陽極接合用ガラス、主成分はナトリウムガラス）、およびファイバガイド6用のウエハとを陽極接合で組立て、ダイシングして外径400 $\mu\text{m}$ の3層物を得、ついでファイバガイド6の開口部と光ファイバ1との間を紫外線硬化

性接着剤にて接着し、かくして図3に示す断面構造を有するセンサを得た。上記光ファイバ1としては、GI50/125のマルチモード型のものを使用した。

【0021】上記のセンサについて、出力50 $\mu\text{W}$ 、波長850nmのLEDを光源とし、0.1MPaの一定圧力を付加した状態で温度のみを変化させた場合の受光器での受光量の変化を測定し、その結果を図4に示した。また、室温で付加圧力のみを変化させた場合の受光器の受光量の変化を測定し、その結果を図5に示した。図4から、形状記憶合金膜のMs点たる約60℃において、記憶形状に復元することによる明確な受光量変化が生じていることがわかる。一方、図5においては受光量に明確な変化が現れており、そのことから付加圧力の変化を確実にキャッチできることがわかる。

【0022】

【発明の効果】本発明の温度・圧力センサは、従来品と比較して構造が頻る単純であるので製造が容易であり、低価格での大量生産に適している。しかも非電気式であって且つ小型化乃至マイクロ化が可能であるので、人体内や機器内などの極めて狭隘な部位の温度と圧力との変化を同時に監視することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の作動原理を一層詳細に説明する断面図である。

【図2】本発明の作動原理を一層詳細に説明する別の断面図である。

【図3】本発明の実施例の断面図である。

【図4】本発明の実施例を一定圧力を付加した状態で温度のみを変化させた場合の受光器での受光量の変化を示すグラフである。

【図5】本発明の実施例を室温で付加圧力のみを変化させた場合の受光器での受光量の変化を示すグラフである。

【符号の説明】

S 温度・圧力センサ

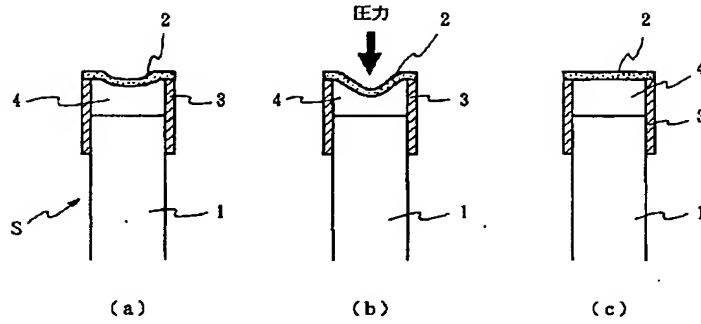
1 光ファイバ

2 形状記憶合金膜

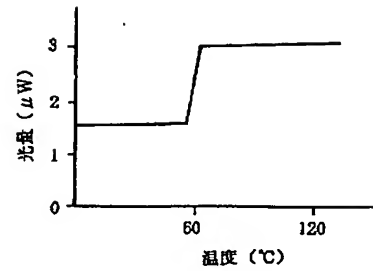
3 形状記憶合金膜2を光ファイバ1の先端に設置するための部材

4 膜変形許容空間

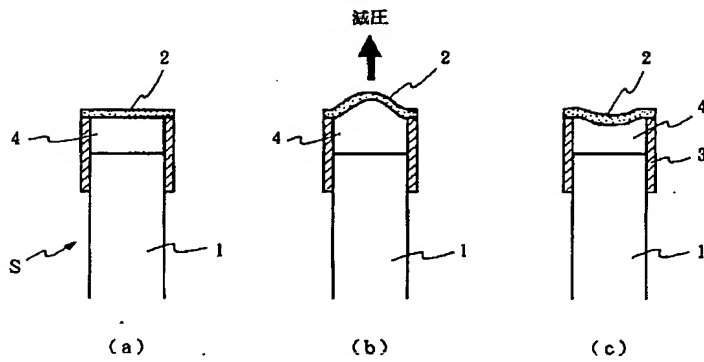
【図 1】



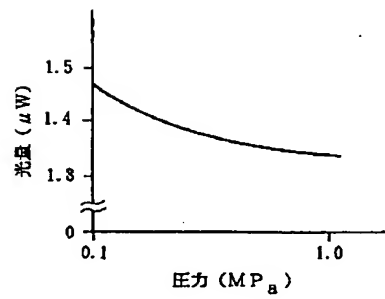
【図 4】



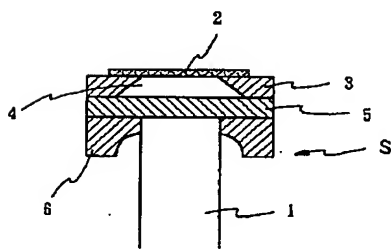
【図 2】



【図 5】



【図 3】



- S 温度・圧力センサ
- 1 光ファイバ
- 2 形状記憶合金膜
- 3 形状記憶合金膜 2 を光ファイバ 1 に設置するための部材
- 4 膜変形許容空間
- 5 ファイバストップ
- 6 ファイバガイド